

CH

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXXX—XXXX

1:500 1:1000 1:2000 海岸带地形图
测绘规范

Specifications for surveying and mapping of 1:500 1:1000 1:2000
topographic maps of coastal zone

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
4.1 主要内容	2
4.2 测绘范围	2
4.3 测绘基准	2
4.4 地形图投影	2
4.5 地形图分幅	3
4.6 地形类别	3
4.7 地形图基本等高距和等深距	3
4.8 测图精度	3
4.9 仪器检校	4
5 技术设计	4
5.1 一般规定	4
5.2 项目设计	4
5.3 专业设计	4
6 控制测量	4
6.1 陆域及干出滩控制测量	4
6.2 海域控制测量	5
6.3 平均海面确定	5
6.4 理论最低潮面确定	5
6.5 似大地水准面确定	5
7 陆地地形测量	5
7.1 测量内容	5
7.2 测量要求	5
7.3 测量方法	5
7.4 海岸线测绘	6
8 干出滩地形测量	7
8.1 测量内容	7
8.2 测量要求	7

8.3 测量方法	7
9 水下地形测量	7
9.1 水位控制	7
9.2 导航定位	9
9.3 水深测量	9
9.4 水深数据处理	11
9.5 水深精度评估	12
10 成果图编制	12
10.1 一般要求	12
10.2 高程注记与水深注记	12
10.3 等值线及其注记	13
10.4 干出滩要素表达	13
10.5 重叠区编制	14
10.6 图幅接边	14
11 海岸带地形图更新	14
12 技术总结和检查验收	14
12.1 技术总结	14
12.2 检查验收	15
13 成果提交	15
参考文献	16

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

1:500 1:1000 1:2000 海岸带地形图测绘规范

1 范围

本文件规定了1:500、1:1000、1:2000比例尺海岸带地形图测量的基本要求、技术设计、控制测量、陆地地形测量、干出滩地形测量、水下地形测量、成果图编制与更新、技术总结和检查验收，描述了测量方法，确立了作业流程。

本文件适用于1:500、1:1000、1:2000比例尺的海岸带地形图测绘作业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 12319 中国海图图式
- GB 12327 海道测量规范
- GB 50026 工程测量标准
- GB/T 13923 基础地理信息要素分类与代码
- GB/T 13989 国家基本比例尺地形图分幅和编号
- GB/T 14268 国家基本比例尺地形图更新规范
- GB/T 15967 1:500 1:1000 1:2000地形图数字航空摄影测量测图规范
- GB/T 17501 海洋工程地形测量规范
- GB/T 18314 全球导航卫星系统（GNSS）测量规范
- GB/T 20257.1 国家基本比例尺地图图式 第1部分：1:500 1:1000 1:2000地形图图式
- GB/T 23236 数字航空摄影测量 空中三角测量规范
- GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收
- GB/T 39610 倾斜数字航空摄影技术规程
- GB/T 39612 低空数字航摄与数据处理规范
- GB/T 39616 卫星导航定位基准站网络实时动态测量（RTK）规范
- GB/T 39624 机载激光雷达水下地形测量技术规范
- GB/T 45632 数字航空摄影测量 控制测量规范
- CH/T 1001 测绘技术总结编写规定
- CH/T 1004 测绘技术设计规定
- CH/T 2021 高程基准与深度基准转换技术规范
- CH/T 8023 机载激光雷达数据处理技术规范
- CH/T 8024 机载激光雷达数据获取技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海岸带 coastal zone

海洋与陆地相互作用的过渡地带。海岸带范围上限起自现代海水能够作用到陆地的最远界，下限为波浪作用影响海底的最深界，或现代沿岸沉积可以到达的海底最远界限。

[来源：GB/T 18190-2017，2.1.3]

3.2

海岸线 coastline

多年大潮平均高潮位时海陆分界痕迹线。

[来源: GB/T 18190-2017, 2.1.1]

3.3

干出滩 drying intertidal zone

平均大潮高潮线与最低潮位线之间的潮浸地带, 高潮时被海水淹没, 低潮时露出的部分。

3.4

高程基准 height datum

由特定验潮站平均海面确定的测量高程的起算面以及依据该面所决定的水准原点高程。

[来源: GB/T 14911-2008, 2.20]

3.5

深度基准 sounding datum

海图及各种水深资料的深度起算面。

[来源: GB/T 14911-2008, 2.21]

3.6

理论最低潮面 the lowest normal low water

我国海图深度基准面的具体实现形式, 为理论上可能出现的潮汐最低水位, 其高度从当地平均海平面起算, 由主要分潮的调和常数按弗拉基米尔斯基算法, 计算分潮组合可能出现的最低潮位。

[来源: GB/T 39619-2020, 6.51, 有修改]

3.7

净空高度 vertical clearance

平均大潮高潮面或江河高水位(设计最高通航水位)至上方桥梁、架空管道、电线等最低点的垂直距离。桥梁净空高度自下梁最低点起算, 架空管道、电线等净空高度自管线下垂的最低点起算。

[来源: GB/T 39619-2020, 5.38]

4 基本要求

4.1 主要内容

海岸带地形图测绘主要包括海岸带陆地地形测图、干出滩地形测图、水下地形测图和成果图编制等内容。

4.2 测绘范围

海岸带地形图测量范围为陆地测至海岸线以上2km, 海洋测至水深15m; 遇深水陡岸时, 应向海洋适当延伸, 测量宽度应不小于10km; 干出滩较宽的区域, 在确保干出滩能完整表示前提下, 测量宽度可只测量10km。

4.3 测绘基准

4.3.1 坐标系统

坐标系统宜采用2000国家大地坐标系; 当采用独立坐标系统时, 应与2000国家大地坐标系建立转换关系。

4.3.2 垂直基准

高程基准采用1985国家高程基准, 远离大陆的海岛可采用当地平均海平面, 深度基准采用理论最低潮面, 并建立高程基准和深度基准的转换关系, 转换方法宜按CH/T 2021执行。

4.3.3 时间基准

时间基准采用北京时间。

4.4 地形图投影

海岸带地形图宜采用高斯—克吕格投影, 1.5°带或3°分带。

4.5 地形图分幅

海岸带地形图宜采用GB/T 13989规定的方法分幅。当采用自由分幅时，应以较少图幅覆盖整个测区为原则。

4.6 地形类别

地形类别按图幅范围内大部分的地面坡度划分，应根据地面倾角a大小确定地形类别，规定见表1。

表1 地形类别

地面倾角a	地形类别
$a < 2^\circ$	平地
$2^\circ \leq a < 6^\circ$	丘陵地
$6^\circ \leq a < 25^\circ$	山地
$a \geq 25^\circ$	高山地

4.7 地形图基本等高距和等深距

4.7.1 基本等高距

基本等高距依据地形类别划分，规定见表2。

表2 基本等高距

单位为m

比例尺	地形类别			
	平地	丘陵地	山地	高山地
1:500	0.5	1.0	1.0	1.0
1:1000	1.0	1.0	1.0	2.0
1:2000	1.0	1.0	2.5	2.5
注：在一幅图内，应采用一种基本等高距。当基本等高距不能显示地貌特征时，可加测间曲线。				

4.7.2 基本等深距

图幅内基本等深距与基本等高距应保持一致。当海底平坦，基本等深线不能明确反映海底地貌时，加绘辅助等深线；当海底坡度大于2°时，基本等深距可放宽至2倍间距。

4.8 测图精度

4.8.1 陆地及干出滩测量

陆地及采用陆地地形测图方法施测的干出滩地形测量精度应符合以下规定：

a) 地物点、海岸线折点、地形点相对于附近图根点的点位中误差应不超过表3的规定：

表3 地形测量基本精度

单位为mm

类型	图上点位中误差
一般地区地物点及地形点	±0.8
建筑区、码头区及海岸线折点	±0.6
注：特殊和施测困难地区测图可放宽0.5倍。	

b) 图上高程注记点相对于邻近图根点的高程中误差应不超过表4的规定：

表4 高程注记点高程中误差

单位为m

比例尺	高程注记点高程中误差			
	平地	丘陵地	山地	高山地
1:500	0.2	0.4	0.5	0.7

比例尺	高程注记点高程中误差			
	平地	丘陵地	山地	高山地
1:1000	0.2	0.5	0.7	1.5
1:2000	0.2	0.5	1.2	1.5

注：特殊和施测困难地区，可按地形类别放宽0.5倍。

4.8.2 水深测量

水深测量的精度应满足以下要求：

- 水深测量中水深点的平面定位极限误差不大于 1m；
- 深度测量中误差应不超过表 5 的规定。

表5 深度测量中误差统计表

单位为m

水深范围Z	中误差
$0 < Z \leq 20$	± 0.15
$20 < Z \leq 30$	± 0.2
$30 < Z \leq 50$	± 0.25
$Z > 50$	$\pm Z \times 1\%$

4.9 仪器检校

用于海岸带地形图测绘的仪器设备，应检定或校准，且在有效期内。

5 技术设计

5.1 一般规定

5.1.1 技术设计主要依据项目任务书、合同、现场踏勘、技术装备情况以及有关的法规、规范和技术标准编制。

5.1.2 技术设计分项目设计和专业技术设计。项目设计是对任务项目进行的综合性整体设计；专业技术设计应在项目设计基础上，对任务项目活动内容、技术要求等进行具体设计

5.1.3 对于工作量较小的项目，可根据需要将项目设计和专业技术设计合并为项目设计。

5.2 项目设计

5.2.1 根据任务要求，确定测区范围、测图比例尺和图幅划分，制定测量工作中的主要技术方法与措施，编写项目设计书。

5.2.2 项目设计编制内容按 CH/T 1004 的相关规定执行。

5.3 专业设计

5.3.1 专业设计内容应在实地踏勘、资料收集与分析及主要技术指标明确的基础上开展编制工作。

5.3.2 专业设计编制内容按 CH/T 1004 的相关规定执行。

6 控制测量

6.1 陆域及干出滩控制测量

6.1.1 当采用单基站 RTK 和全站仪测图时，应进行测区平面和高程控制测量，其要求如下：

- 平面控制点与高程控制点宜共用标志点；
- 收集的测区已有的国家等级控制点资料可直接使用；
- 平面控制测量宜从整体到局部、从高级到低级的分级布设。图根平面控制点测量按照 GB/T 39616 要求执行；
- 高程控制测量宜从整体到局部、从高级到低级的分级布设。图根高程控制点测量按照 GB/T 39616 要求执行。

6.1.2 当采用数字航空摄影测量方式测图时,应进行像控点测量,像控点测量按照 GB/T 45632 相关要求执行。

6.1.3 当采用机载激光雷达测量方式测图时,应进行基站测量,基站测量按照 CH/T 8024 相关要求执行。

6.2 海域控制测量

海域控制测量应满足以下要求:

- a) 应在测区内布设大地控制点,用于导航定位设备的检校、PPK 基准站架设使用,可利用测区内的国家 C 级以上大地控制点。需实测时,其观测要求不低于 GB/T 18314 中 C 级卫星定位点要求;
- b) 水位控制按照 9.1 节要求执行。

6.3 平均海面确定

6.3.1 短期验潮站的平均海面

由邻近长期验潮站传递确定,可采用水准联测法、同步改正法与回归分析法等传递方法。

6.3.2 远离大陆岛礁的平均海面

由30d以上水位数据取算数平均值计算或由平均海面高模型确定。

6.4 理论最低潮面确定

6.4.1 短期验潮站的理论最低潮面

由邻近长期验潮站传递确定,可采用超差比法、略最低低潮面比值法与最小二乘拟合法等传递方法。

6.4.2 远离大陆岛礁的理论最低潮面

由30d以上水位数据实施潮汐分析后,按弗拉基米尔斯基算法计算,或由深度基准面模型确定。

6.5 似大地水准面确定

宜使用现有似大地水准面模型,其应由当地高程基准框架、大地基准框架成果和重力数据建设,精度应优于 $\pm 5\text{cm}$ 。可用图根控制点和地形点的高程基准转换。

7 陆地地形测量

7.1 测量内容

海岸带地形图陆地部分测量内容包括测量控制点、居民地、工矿建筑物、公共设施和独立地物、道路及附属物、管线和垣栅、水系及其附属设施、境界、地貌和土质、注记等要素。具体测绘内容按GB 50026的相关规定执行。

7.2 测量要求

陆地地形测量按照以下要求执行:

- a) 水系及其附属物,按实际形状测绘,海岸线以上水涯线宜按测绘时水位测定,根据需求测注高程及施测日期,受潮汐影响的河口地段水涯线测至河口海岸线,形成闭合河流面。
- b) 供海上航行的显著地物以及码头、防波堤、船坞、堰坝、输水槽、养殖池等水工建筑物宜根据用图需要详细测绘,并注记高程。
- c) 灯塔与灯桩的灯光中心、跨过航道的架空电缆、桥梁等应测定其净空高度;
- d) 港湾、岛屿等自然地理名称和航标等专用名称,应进行调查并正确地按现有名称注记;
- e) 为保证与相邻图幅接边,对陆地地形开展部分图幅测量时,测绘图边时应测出分幅图图廓外4mm;
- f) 其他要素测量要求按 GB 50026 的相关规定执行。

7.3 测量方法

7.3.1 数字航空摄影测量

使用数字航空摄影测量方法测量时应满足以下要求：

- a) 一般包括航摄影像获取、控制测量、空中三角测量、地形图数据采集、外业调绘和质量控制等；
- b) 像控点的布设和测量按 GB/T 45632 的相关规定执行；
- c) 空中三角测量、定向、建模按 GB/T 23236 的相关规定执行；
- d) 调绘和数据采集等按 GB/T 15967 的相关规定执行；
- e) 应进行飞行质量、定位定姿系统（POS）数据质量、影像质量、空中三角测量质量等检查，检查合格后进行内业数据处理；
- f) 若采用倾斜摄影测量方法应按照 GB/T 39610、GB/T 39612 执行。

7.3.2 机载激光雷达测量

使用机载激光雷达测量方法测量时应满足以下要求：

- a) 应根据项目区的地理位置、海岸带走向进行飞行路线设计。根据地表覆盖类型、点云密度、地面目标反射率和穿透率、地形起伏，以及气象条件等因素制定飞行计划，选择合适的时间窗口；
- b) 数据获取按 CH/T 8024 的相关规定执行；
- c) 数据处理和检查按 CH/T 8023 的相关规定执行。

7.3.3 RTK 测量

使用RTK方法测量时应满足以下要求：

- a) 可采用单基准站 RTK 和网络 RTK 等方式进行；
- b) RTK 碎部点测量时，不同坐标系转换关系的获取方法按 GB/T 39616 的相关规定执行。当测区面积较大，采用分区求解转换参数时，相邻分区应不少于 2 个重合点；
- c) RTK 碎部点高程采集按 GB/T 39616 的相关规定执行；
- d) 在通信条件困难时，可采用后处理动态测量模式（PPK）进行测量；
- e) 可根据需要使用平板电脑等设备绘制草图、拍摄实地照片等，对野外地形、地物信息进行采集，便于后期制图；
- f) 数据处理和检查按 GB/T 39616 的相关规定执行。

7.3.4 全站仪测量

使用全站仪测量方法测量时应满足以下要求：

- a) 可采用编码法、草图法或内外业一体化的实时成图法等；
- b) 施测前应做测站检查，选择远处的图根点作为测站定向点，并应施测另一图根点的坐标和高程，作为测站检核；检核点的平面位置较差不应大于图上 0.2mm，高程较差不应大于基本等高距的 1/5；
- c) 依据实际情况可按图幅施测，每幅图应测出图廓线外 5mm，也可分区施测，测量时应测出各区界线外图上 5mm；
- d) 其他要求按 GB 50026 的相关规定执行。

7.4 海岸线测绘

7.4.1 海岸线的界定

海岸线按其性质一般可分为自然岸线、生态恢复岸线、人工岸线以及河口岸线，海岸线的界定应按照如下要求执行：

- a) 自然岸线与生态恢复岸线应根据多年大潮平均高潮时所形成的痕迹线进行海岸线界定，砂质海岸的海岸线一般界定在滩脊的顶部向海一侧，滩脊不发育或缺失时界定在砂生植被生长明显变化线的向海一侧；淤泥质海岸根据海岸植被生长变化状况、植物碎屑、贝壳碎片、杂物垃圾等分布痕迹线综合判定海岸线位置；基岩海岸的海岸线位置一般界定在陡崖的基部；
- b) 人工岸线以永久性人工构筑物向海侧的平均大潮时水陆分界痕迹线界定海岸线，若人工构筑物向陆侧存在平均大潮高潮时海水能达到的水域时，则该人工构筑物不应界定为海岸线，海岸

线应继续向海水能到达的水域推进。如近岸能够利用潮差进排水的开放式养殖池围堰不应界定为海岸线；

- c) 河口岸线以最靠近海的第一条拦河闸（坝）、第一座桥梁外边界线或河口突然展宽处的突出点连线界定海岸线。

7.4.2 海岸线测量要求

海岸线的测量应按照以下要求执行：

- a) 海岸线宜采用国家发布的海岸线成果，确需测绘时应采用7.3陆地地形测量方法开展；
- b) 对于海岸线界定困难的无痕迹线区域，可利用潮汐模型计算平均大潮高潮面高程，结合数字高程模型推算海岸线位置。

8 干出滩地形测量

8.1 测量内容

干出滩地形测图表示内容包括：

- a) 干出滩的性质和范围；
- b) 干出滩上的地物及地形点。

8.2 测量要求

干出滩的测量应按照以下要求执行：

- a) 干出滩按性质可分为岩石滩、珊瑚滩、泥滩、沙滩、砾滩、砾石滩、泥沙滩、沙砾滩、芦苇滩、丛草滩、红树滩和养殖滩等。不同性质干出滩的范围应分别测量；
- b) 图内的明礁、干出礁均应测定其位置和高程（或干出高度）。群礁测定其外围和显著礁石位置、改成；
- c) 干出滩上的人工养殖场应按不同品种分别测定其范围，范围线采用陆地地形测量方法施测。并绘制养殖场范围线，标注品种名称，若养殖场养殖混合多个品种，应选择一个主要品种名称标注；
- d) 干出滩上的河道、潮水沟等应尽量测绘，陆地地形测图方法未能获取的干出滩上水域，采用水下地形测量方法进行测绘；
- e) 海岸线以下利用潮差进排水的开放式养殖池等封闭水域不测绘水涯线；
- f) 干出线（零米等深线）利用潮汐模型和水深地形资料推算位置。

8.3 测量方法

干出滩地形测图方法包括：

- a) 采用陆地地形测图方法施测的干出滩，测量宜在大潮低潮或每日落至半潮后接近低潮时进行，按第7章规定的相关要求执行。当采用RTK或全站仪施测时，一般应垂直海岸线每隔图上2~5cm布设一条测线，测点间距宜为图上1~2cm；地形变化显著地段应适当加密，以完整反映地形；
- b) 采用水下地形测量的方法施测的干出滩，测量宜在大潮高潮或每日升至半潮后接近高潮时进行，按第9章规定的相关要求执行；
- c) 同时采用陆地地形测图方法与水下地形测量方法时应相互衔接，重叠宽度不小于图上1cm，高程互差不大于0.3m。

9 水下地形测量

9.1 水位控制

9.1.1 一般要求

水下地形测量可采用长期验潮站、短期验潮站、临时验潮站和GNSS验潮的资料来建立水位控制。对不同验潮站的要求如下：

- a) 长期验潮站应有 2 年以上连续观测的水位资料，或根据实测数据计算的平均水位和深度基准面数值，并提供测量任务实施期间的水位观测数据；
- b) 短期验潮站应与长期验潮站同步观测 30 天以上，恢复的原有短期验潮站，同步观测应达 15 天以上；
- c) 临时验潮站应与长期验潮站或短期验潮站同步观测水位 3 天以上，且观测日期含大潮日（半日潮海域：大潮日，日潮海域：回归潮日）；
- d) GNSS 验潮时，应采用多频 GNSS 接收机，数据更新率不小于 10Hz，测量天线底部到水面的垂直距离精确到 1cm。

9.1.2 验潮站的设立

9.1.2.1 设立原则

按GB 12327的相关规定执行。

9.1.2.2 水准点埋设

水准点埋设应满足：

- a) 每个验潮站附近应在地质坚固稳定的地方埋设工作水准点一个；
- b) 工作水准点优先选择在岩石、固定码头等牢固处凿刻或埋设水准点标志，不具备上述条件时，埋设牢固的钢质标志或木桩；
- c) 在验潮站附近的原有水准点，经检查合格后方可利用。

9.1.3 验潮站基准联测

9.1.3.1 水准点联测

水准点联测应满足：

- a) 工作水准点的高程应按 6.1.1 节图根高程控制点的要求进行测量，可采用似大地水准面模型进行高程基准转换；
- b) 采用 GNSS 无验潮水深测量时，每个验潮站的水准点应进行 GNSS 高程联测。

9.1.3.2 水位零点高程测定

水位零点高程测定应满足：

- a) 观测水尺及用于校核其他水位观测设备的校核水尺，其零点高程应通过与工作水准点间的水准测量方式联测确定；
- b) 水面水准法测定水尺零点差时，应在水面平静状态下独立观测水位 3 次以上，其高差的互差不应超过 3cm，取中数使用，超限时应重测；
- c) 验潮站所服务的水深测量或海岸带地形测量任务开始前和结束后均进行水位零点高程测定，遭受风暴潮等极端天气和海洋环境事件影响，或受其他因素作用，记录装置可能发生变化时，也应重新测定水位零点高程；
- d) 使用压力式验潮仪观测时，压力传感器与工作水准点的高差，应在安装过程中直接以尺量测，记录至 mm。
- e) 沉入开敞水域的压力式水位计的水位零点高程，利用邻近验潮站同步水位观测数据，按平均海平面传递方法确定。

9.1.4 水位观测

9.1.4.1 沿岸验潮站采用验潮仪和人工观测水位，其观测中误差不应大于 2cm。

9.1.4.2 人工观测水位要求如下：

- a) 水位观测，应每隔 10min 观测一次，整点必须观测，读数至 cm，时间记到整分；
- b) 海面受风浪影响时，每次观测应根据波峰和波谷读数的均值确定水位；

- c) 观测人员交接班时, 交接班人员应同时观测水位, 分别记录观测值, 差值应不大于 3cm, 满足限差要求后, 交接班人员应分别在验潮手簿中签名;
- d) 因故漏测时, 应按实际观测时间的数据记载, 不应为了凑数而擅自插入水位读数;
- e) 水位观测所使用的钟表, 每天应与北京时间校对一次, 其表时差不应大于 1min。
- f) 当风浪较大, 观测误差大于 5cm 时, 应停止人工水位观测。

9.1.4.3 验潮仪观测水位要求如下:

- a) 应合理设置水位数据采样和输出、存储相关参数, 其中水位采样频率应不低于 1Hz, 且设定高频水位采样值的滤波方法, 水位观测成果存储或输出间隔不应大于 5min;
- b) 水位观测精度不应低于量程的 1.5%, 取至 cm;
- c) 水位观测开始与结束时, 应各进行一次人工同步观测, 观测不少于 1h, 观测间隔 10min; 观测期间, 宜每 3d 进行一次人工同步观测, 验潮仪水位与人工观测水位之差, 不应大于 5cm。

9.2 导航定位

9.2.1 一般要求

导航定位的一般要求如下:

- a) 宜采用星站差分定位 (SS-DGNSS)、实时动态测量 (RTK)、后处理差分 (PPK)、精密单点定位 (PPP) 等。定位点的点位平面极限误差不大于 $\pm 1\text{m}$;
- b) 测量前, GNSS 定位设备应在平面控制点进行不小于 1h 的比对测量。

9.2.2 导航定位实施

导航定位的实施应遵循以下规定:

- a) GNSS 天线应安装在开阔、遮挡少的位置, 避开船艇雷达、发信机等无线电信号干涉源;
- b) 作业时, 应经常检查差分信号, 差分信号不能锁定时应停止测量, 稳定后再继续测量;
- c) 定位中心与测深中心不一致时, 应进行偏心改正;
- d) 定位时几何因子 (GDOP) 应不大于 6, 超限的定位点应重测或补测;
- e) 在测量过程中, 图上定位点的间隔一般为 1cm, 海底地形变化显著地段应适当加密, 海底平坦的海域可适当放宽;
- f) 值班记录应详细记录工作过程中导航定位信号干扰、中断情况及处置措施等。

9.2.3 定位资料整理

定位资料的整理应遵循以下规定:

- a) 定位数据应包括线号、点号、日期、时间、坐标、航向、坐标系统参数等信息;
- b) 应检查测量任务的完整性, 对缺失、重叠、不符合工程要求及无法测量区域进行统计;
- c) 宜对定位数据进行剔除粗差、滤波平滑等后处理。

9.3 水深测量

9.3.1 一般要求

水深测量可采用回声测深仪、机载激光雷达、测深杆和水铈等设备。回声测深仪宜用于各种比例尺大面积深度测量; 机载激光雷达宜用于深度不超过 50m 水域的水下地形测量作业, 测量作业要求按 GB/T 39624 的规定执行; 测深杆宜用于流速小于 1m/s, 且水深小于 5m 的测区的深度测量; 水铈宜用于流速小于 1m/s 且水深小于 10m 的特殊测区的深度测量。

9.3.2 测线布设

9.3.2.1 单波束测深时, 主测深线方向宜垂直于等深线的方向, 检查线的方向应尽量与主测深线垂直, 均匀布设在平坦水域, 特殊情况除外。检查线总长不应少于主测深线的 5%。特殊水域测线布设要求如下:

- a) 沙嘴岬角、石陂延伸处, 一般应布设辐射线, 如布设辐射线还难以查明其延伸范围时, 则应适当布设平行其轮廓线的测深线;

- b) 重要海区的礁石与小岛周围应布设螺旋形测深线；
- c) 锯齿形海岸，测深线应与岸线总方向成 45° 角；
- d) 对狭窄航道，测深线方向可与等深线成 45° 角；
- e) 码头附近水域，在码头壁外 1m~2m 处，应至少平行码头壁布设 1 条测深线；
- f) 在测量过程中，根据实地情况，可对计划测线进行适当修改。

9.3.2.2 单波束测深测线间隔的确定应顾及海区的重要性、海底地貌特征和海水的深度变化等因素。主测线间隔宜为图上 1~2cm。对于需要详细探测的重要海区和海底地貌复杂的海区，测线间隔应适当缩小。

9.3.2.3 多波束、机载激光测深等条带方式测深时，主测线方向宜平行于等深线的方向，特殊情况下视实际需要，可采用其它布设方式，检查线垂直于主测线。测线间隔根据测区水深、仪器有效覆盖宽度等指标确定；全覆盖水深测量时，应保证相邻测线有效扫宽重叠不少于 10%。检查线总长不应少于主测线总长的 5%。

9.3.3 测深设备安装及检校

9.3.3.1 回声测深仪安装要求如下：

- a) 单波束测深仪换能器宜采用船舷安装或船底安装，安装位置宜在距离船首 $1/3 \sim 1/2$ 处；单波束测深仪利用姿态传感器进行涌浪起伏改正时，姿态传感器宜安装在换能器同一垂向位置或换能器临近位置，否则需进行姿态传感器和单波束换能器之间的位置改正，涌浪起伏改正精度不小于 5cm；
- b) 多波束测深系统按照设备技术手册要求进行安装，换能器应固定安装在噪声低且不易产生气泡的位置，吃水宜大于船舶吃水；姿态传感器宜安装在能准确反映测深换能器姿态的位置，其自身坐标轴宜与船体坐标轴平行；电罗经等艏向测量设备宜安装在电磁干扰较小、震动较小且相对稳定的位置，安装时其读数零点应指向船艏，轴向宜与测量船中线平行；
- c) 测深仪换能器、姿态传感器、艏向测量设备以及 GNSS 定位天线与参考点之间三维空间位置关系量取精度优于 2cm；
- d) 每次测量工作前、后，应量取换能器静态吃水，量取精度优于 5cm。船只动态吃水效应较明显时，应按 GB 12327 规定的相关要求进行动态吃水改正的测定。

9.3.3.2 单波束测深前，利用比对盘通过校对法进行校正，校正前应保证比对盘深度标识正确；校准区水深应大于 5m，深度校准误差限值为 $\pm 5\text{cm}$ 。

9.3.3.3 非长期固定安装的多波束系统在安装完成后应进行系统自校准，包括横摇偏差、纵摇偏差、艏向偏差等。横摇和纵摇偏差的校准精度应优于 0.1° ，艏向偏差校准精度应优于 0.15° ；未提供严格硬件时间同步的多波束系统，应做时间延迟校准；长期固定安装的多波束系统，每年应至少校准 1 次，系统安装参数发生变化时（如船上坞）应及时进行系统校准。

9.3.4 水深测量实施

9.3.4.1 单波束水深测量

单波束水深测量要求如下：

- a) 测量前，应确定测区声速、换能器吃水，并通过校对法检查测深仪改正数，具体校对方法按照 GB 12327 的规定执行；
- b) 定位、测深连续记录，GNSS 定位采样间隔不应大于 1s；水深点采样间隔不应大于 0.2s，当回波信号时间超过 0.2s 时，采集所有回波信号在水文因素变化大的海区，如流量较大的江河出口地段，持续暴雨和台风后的岸边浅水区等，均应增加测深仪的检查次数；
- c) 因波（涌）浪高测量船起伏超过测深精度要求时，应配置姿态传感器进行姿态改正；
- d) 海底起伏较大水域，可选择小波束角测深仪，或进行波束角效应改正；
- e) 测点间距一般为图上 1cm；海底地形变化显著地段应适当加密，海底平坦或水深超过 20m 的水域可适当放宽。

9.3.4.2 多波束水深测量

多波束水深测量要求如下：

- 测量时应采集声速剖面，声速剖面测量的空间间隔范围不大于 20km、时间间隔不超过 12h；应实时监控评估声速剖面的有效性，当出现边缘波束对称弯曲等声速数据失效现象时，应及时增加声速剖面测量；在水文条件比较复杂的水域，如河口、存在湍流和涡流水域应加密测量声速剖面；
- 测量前宜进行多波束系统校准；测量时宜提前和延迟 30s 或 100m 上线和下线，并保持稳定的船速和航向；
- 测量时宜监控系统波束数、姿态、位置以及方位等信息是否正常；监控相邻测线覆盖情况，确保有效重叠覆盖不小于 10%；
- 应记录测量船配置文件、采集软件版本、内业处理配置等信息。

9.3.5 补测或重测

水深测量时，出现下列情况之一应进行补测：

- 两定位点间测深线漏测或测深仪回波信号记录中断（或模糊不清）在图上超过 3mm 时；
- 测深线间隔超过规定间隔的 1/2 时；不能正确勾绘等深线及海底地貌探测不完善；
- 测深仪信号不正常，不能正确量取水深时；
- 测深期间，验潮中断不符合要求时；
- 全覆盖水深测量有效重叠宽度未达到规定，或出现断、漏测及数据出现短时异常。

水深测量时，出现下列情况之一应进行重测：

- 因仪器安装造成测量中多波束换能器、姿态传感器等振动严重或安装角度发生持续性变化，导致数据质量失真；
- 漏做校准测量或无法得出准确校准参数时；
- 定位、姿态数据长时间异常，定位中误差超限；
- 测深中误差超限；
- 主、检点位水深比时，重合深度点（图上距离 1.0mm 以内）不符值超限点数超过总比对点数的 10%且找不到原因时，不符值限差见表 6。

表6 水深比对不符值限差

单位为m

测深范围 Z	极限误差
$0 < Z \leq 20$	± 0.5
$20 < Z \leq 30$	± 0.6
$30 < Z \leq 50$	± 0.7
$Z > 50$	$\pm Z \times 2\%$

9.4 水深数据处理

9.4.1 外业资料整理

外业资料的整理应遵循以下规定：

- 外业资料按 GB/T 17501 的相关要求分别对测深资料、定位资料以及水位观测资料进行整理。
- 检查原始数据正确性，确认正确后方可使用。

9.4.2 数据预处理

数据的预处理应遵循以下规定：

- 对定位数据进行偏心改正；剔除定位数据的跳点。
- 各测量数据记录时间不一致时，应进行时延校正；存在异常点时，应进行时间异常点改正。
- 应复核多验潮站的水位改正基准面是否统一。
- 检查姿态改正是否存在异常数据，如存在应进行处理；检查声速改正是否满足精度要求，否则应按要求进行处理。

9.4.3 单波束数据处理

单波束数据的处理应遵循以下规定：

- a) 在进行水位改正前，应检查各验潮站的零点、平均海面 and 深度基准面的确定是否准确。平均海面、深度基准面的计算取至 0.01m。
- b) 进行水位改正，按 GB 12327 的相关规定执行。
- c) 测深数据宜根据测深记录剔除错误数据，按 GB/T 17501 的相关要求进行深度量取，并对特殊地形进行数据内插。
- d) 对照原始记录检查水深点选取的合理性；复核异常水深点的正确性。
- e) 一般区域水深点选取间距不宜大于图上 1cm，复杂地区水深点选取间距不应大于图上 0.5cm。

9.4.4 多波束数据处理

多波束数据的处理应遵循以下规定：

- a) 按 GB 12327 的相关要求对测深数据进行水位改正；按 GB/T 17501 的相关要求进行声速改正；利用校准数据对测深数据进行姿态、艏向和时延校准参数改正。
- b) 根据海底地形变化、水深数据质量、测量要求等对多波束数据选择合理的参数进行自动滤波；或根据各水深的传播误差、表面模型等进行评估，剔除不合理水深。
- c) 对自动清理的测深数据应进行人工检查和人工交互清理，亦可直接采用适合的算法配合人工判断进行异常数据检测与处理。对清理后的测深数据，可生成深度表面模型或数字水深模型进一步检查和确定异常深度数据。
- d) 对多波束离散点成果数据进行抽稀，并生成网格点数据；抽稀后的水深点图上间距一般不大于 5mm，网格点数据分辨率一般不大于图上 1mm，网格点成果需注明网格点生成方法；网格点成果数据格式宜以 ASCII 码文本格式输出。

9.5 水深精度评估

利用主测线和检查测线重合测点（图上距离 1.0mm 以内），按公式（1）分别计算 0-20m、20-30m、30-50m、50m 以上各测深区间的测深中误差，作为整个测量区域测深精度评估的依据。计算中误差时，允许舍去明显不合理的少数重合点，但舍去点数不应超过参与统计计算总点数的 5%。

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta h_i^2}{2n}} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

m ——中误差，单位为m；

Δh_i ——主检重复点水深差值，单位为m；

n ——去除粗差后的重合水深点数，单位为个。

10 成果图编制

10.1 一般要求

成果图编制应符合以下要求：

- a) 成果图一般包括海岸带地形图和水深图，成果图的编绘要兼顾陆、海特征，实现海陆数据无缝拼接、一体化表达；
- b) 当陆地和海洋采用不同的基准面时，应在图中注明高程基准和深度基准的转换关系；
- c) 成果要素和编码按 GB/T 13923 要求执行，图式按 GB/T 20257.1 的规定执行，未包含的要素编码及图式图例，参照 GB 12319 自行新增要素和符号，并注明。

10.2 高程注记与水深注记

10.2.1 高程点

成果图中的高程点按照以下要求进行编制：

- a) 海岸线以上采用高程点表示地面高程, 海岸线以下的跨海桥梁桥面、养殖池围堰顶部等不会在平均大潮高潮时淹没的区域也采用高程点表示地面高程;
- b) 高程注记以米为单位, 用正等线体注出, 如●2.5, 高程点注记一般注记至 0.1m, 1:500、1:1000 地形图可根据需要注至 0.01m, 低于零米的高程点应在高程注记前面加“-”, 如●-2.5;
- c) 高程注记点应尽量选在明显的地物点或地形特征点上, 并应分布均匀。其密度应满足在图上每 100 cm² 内, 平地、丘陵地为 10~20 点, 山地、高山地为 8~15 点;

10.2.2 水下高程注记

成果图仅采用高程基准时, 海岸线以下的海域点位高程按照以下要求进行编制:

- a) 海岸线以下采用水下高程表示地面高程, 水下高程注记以米为单位, 用正等线体注出, 如 2.5, 实测点位在小数点的位置上, 低于零米时用负数注出, 如-2.5, 一般注记至 0.1m, 1:500、1:1000 地形图可根据需要注至 0.01m;
- b) 水下高程应分布均匀且不应进行不合理的移位, 采用航测或测深方式获取的水下高程注记间距一般为 1~2cm, 地形变化显著地段应适当加密, 以完整反映地形;
- c) 采用 RTK 或全站仪断面法获取的水下高程, 按照实测断面间隔及测点间距注记, 平坦区域在不影响真实反映海底地的前提下可适当抽稀;
- d) 在不影响真实反映海底地貌的前提下, 为使图面清晰易读, 可合理取舍水下高程注记, 取舍时遵守“舍深取浅”要求, 但不得舍弃影响等值线勾绘和显示航道通航能力的点、显示航行障碍物三维信息的特征点以及其他显示特殊深度(高度)点。

10.2.3 水深注记与干出高度

成果图陆地采用高程基准、海洋采用深度基准时, 海岸线以下的海域点位水深按照以下要求进行编制:

- a) 海岸线至零米等深线之间干出滩、干出礁以及海洋中其他低潮露出、高潮时淹没的区域采用干出高度注记, 零米等深线以下采用水深注记;
- b) 干出高度为零米等深线向上至测点的高度, 干出高度注记下加“-”, 如 $\underline{2}$; 干出礁应旁用右斜等线体注记干出高度, 并加括号, 如 (2 $\searrow$);
- c) 水深注记是深度基准面向下至水下测点的深度, 用右斜等线体注出, 实测点位在整数中心, 小数用拖尾小号数字表示, 如 2 $\searrow$;
- d) 水深注记与干出高度一般注记至 0.1m, 1:500、1:1000 地形图可根据需要注至 0.01m。分布以及取舍的要求与水下高程一致。

10.3 等值线及其注记

成果图中的等值线及其注记宜按照以下要求进行编制:

- a) 成果图仅采用高程基准时, 海岸线以下海域采用水下等高线, 低于零米(1985 国家高程基准或当地平均海平面)的水下等高线注记用负数注出, 如-2;
- b) 成果图陆地采用高程基准、海洋采用深度基准时, 零米等深线及以下海域采用等深线, 采用水深进行注记, 如 2, 大面积的干出滩宜绘制干出高度等值线, 采用干出高度进行注记, 如 $\underline{2}$;
- c) 水下等高线、等深线、干出滩等值线的注记字头均指向浅水处;
- d) 水下等高线、干出滩等值线、等深线均包括首曲线、计曲线及间曲线等, 等值线注记应分布适当, 密度满足在图上每 100 cm² 内, 应有 1~3 个注记;
- e) 水下等高线、等深线、干出滩等值线的勾绘遵守“扩浅缩深”要求, 在精度两倍范围内向深水一侧移动。
- f) 大面积养殖场等测点密度不足, 难以准确勾绘等值线区域应划定范围, 并用不精确等值线表示;
- g) 等值线及其注记按照 GB/T 20257.1 图式要求表达;

10.4 干出滩要素表达

成果图中的干出滩按照以下要求进行编制:

- a) 成果图中干出滩向陆一侧的范围线为海岸线，向海一侧的范围线为海岸带地形图干出线，即水深图零米等深线；
- b) 干出滩范围内应根据其分类按照 GB/T 20257.1 图式要求配置相应的符号并进行说明注记，不同类型干出滩之间用地类界分隔；
- c) 干出礁的面积在图上大于 0.2mm^2 时，应绘出实测形状；小于等于 0.2mm^2 时，应用点状符号表示。
- d) 河流、沟渠、干出滩中河道、潮水沟等在地形图上的宽度小于 1mm 时，可用单线表示。
- e) 在干出滩上根据用图需要表示当地多年平均海水面，并加注“平均海水面”注记。

10.5 重叠区编制

不同测量方式、同种测量方式的不同设备获取的数据应存在宽度不小于图上 1cm 的重叠区域，重叠区域数据应在成果图编制前进行拼接处理，拼接处理应按照以下要求执行：

- a) 不同精度测量方式获取的数据应选取高精度的地形点、地物点，删除重合的低精度地形点、地物点；
- b) 精度相当的测量方式或同种测量方式的不同设备获取的数据，重合地形点高程或深度取平均值，重合地物点平面位置取平均值，两边移动接边。
- c) 在地形点与地物点拼接处理完成后，方可进行等值线编绘等成果图编制工作。

10.6 图幅接边

图幅接边应满足以下要求：

- a) 图幅拼接原则上只在相同比例尺的图幅之间进行，需与不同比例尺测图的图边拼接时，应在设计书中作出规定。
- b) 图边的最大接合差不得大于误差的 1.5 倍，拼接后的地物地貌不得改变其真实形状或产生变形。
- c) 接边内容包括要素的几何图形、属性和名称注记等；
- d) 接边要素不应重复、遗漏，在图上相差 0.3mm 的可只移动一边要素直接接边，相差 0.6mm 以内的应两边要素平均移位进行接边，超过 0.6mm 的要素应检查并分析原因，根据实际情况决定是否进行接边。
- e) 接边处理后的要素应保持相对位置的正确性，属性一致、线划光滑流畅、关系协调合理。

11 海岸带地形图更新

海岸带地形图的更新应按照以下要求执行：

- a) 海岸带地形图作为国民经济发展的重点区域，宜定期开展更新调查，以决定该区域是否进行重测或修测，陆域部分一般不超过 2 年，海域部分一般不超过 6 年；
- b) 陆域部分的更新调查，采用实地踏勘结合原地形图精度检核方式开展，以踏勘及精度检核结果确定更新范围；
- c) 陆域部分的更新可采用动态更新或定期更新方式开展，具体更新方案及更新方法的确定按照 GB/T 14268 的规定执行；
- d) 海域部分的更新调查，采用水深测量方式开展，对原图主测线进行抽稀，重新布设重合主测线，在重合主测线垂直方向布设检查线，重合主测线及检查线应分布均匀，二者均不少于原主测线的 10% ；
- e) 海域部分更新调查水深与原图水深重合测点（图上距离 1.0mm 以内）的差值，超过 $9.3.5.2$ 水深比对不符值限差要求或整体差值统计超过 $4.8.2$ 深度测量中误差要求的区域，应进行局部更新；当超限区域零散分布，且整体变化面积超过 40% 时，应进行全测区重测更新；
- f) 干出滩区域在陆域部分或海域部分更新时进行同步更新。

12 技术总结和检查验收

12.1 技术总结

按CH/T 1001的规定编制。

12.2 检查验收

12.2.1 测绘成果应遵循“两级检查、一级验收”制度，按照过程检查、最终检查、成果验收的顺序依次开展，各级检查验收工作应在上一级检查合格后开展，且各级检查工作之间应保持独立，不应省略或代替。

12.2.2 过程检查由测绘单位作业部门实施，并留存检查记录；最终检查由测绘单位质量管理部门实施，并编写测绘成果质量检查报告；成果验收由项目委托方组织，或委托测绘成果质量检验机构实施。

12.2.3 检查验收的内容、方法及要求按 GB/T 24356 的相关规定执行。

13 成果提交

在测绘成果质量验收合格后，应提交以下资料：

- a) 数据成果资料
 - 1) 外业观测原始数据及观测手簿；
 - 2) 内业计算资料；
 - 3) 控制测量成果表及其展点图；
 - 4) 海岸带地形图成果；
 - 5) 其他数据、图件资料。
- b) 文档资料
 - 1) 技术设计书；
 - 2) 技术总结；
 - 3) 测绘成果质量检查报告；
 - 4) 测绘成果质量检验报告；
 - 5) 其他文档资料。
- c) 其他资料
 - 1) 仪器检验、检校资料；
 - 2) 资料归档说明和资料清单。

参 考 文 献

- [1] GB/T 14911 测绘基本术语
 - [2] GB/T 14914 海滨观测规范
 - [3] GB/T 17159 大地测量术语
 - [4] GB/T 18190 海洋学术语 海洋地质学
 - [5] GB/T 27919 IMU/GPS辅助航空摄影技术规范
 - [6] GB/T 27920.2 数字航空摄影规范 第2部分：推扫式数字航空摄影
 - [7] GB/T 39619 海道测量基本术语
 - [8] GB/T 42332 海岛及周边海域地形图测绘规范
-